

学校编码: 10384

密级_____

学号: X200430006

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

厦门电信宽带城域网 QoS 部署实现

Implemention QoS for the Metropolitan Area Network of
Xiamen Telecom

连任

指导教师姓名: 唐余亮 副教授

专 业 名 称: 电子工程系仪器仪表

论文提交日期: 2009 年 10 月

论文答辩日期: 2009 年 11 月

2009 年 10 月

厦门电信宽带城域网OS部署实现

连任

指导教师

唐余亮
副教授

厦门大学

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

随着互联网的迅速发展, IP 网络已经从原来简单的数据传输网络发展成一个名副其实的多业务综合承载网。越来越多的网络多媒体应用和提供更多增值服务的业务需求使传统 IP 网络面临很大的挑战, 这些业务对数据传输的带宽、延时、抖动都有更高的要求。传统网络的尽力而为服务方式已无法满足网络中的所有业务的服务要求, IP 网络必须针对各种业务的具体要求, 提供相应的服务质量(Quality of Service, QoS)保证。

利用 IP 宽带网络承载多业务已经成为电信运营商未来全业务经营发展的趋势, 厦门电信致力于把厦门城域网建设具有 QoS 保障的、可运营、可管理的多业务承载网络。但厦门电信城域网在业务差分服务存在缺陷, 无法通过网络对不同的业务、应用或用户提供差异化服务, 因而实现多业务运营支撑的关键是通过网络优化改造, 在城域网的各个层级部署完善的 QoS 机制。本论文首先在详细论述厦门现有城域网网络结构和业务需求调研的基础上, 分析了 QoS 不同服务模型的使用环境和各项技术特性。其次, 通过测试城域网内骨干层和宽带接入层的不同型号设备的 QoS 支持能力情况, 提出了建立适合于厦门电信城域网实际网络的 QoS 部署设计方案并加以实施。实际测试表明, 该方案的实施达到了厦门电信城域网 QoS 部署的设计要求, 使多业务承载网络的建立初见成效, 实现了多业务的差异化服务提供。最后, 论文讨论了存在的不足和未来进一步需开展的工作。

关键词: 网络服务质量 多服务模型 区分服务编码点 单中继段行为 队列机制

Abstract

With the rapid development of the Internet, IP network has become worthy of the name of Integrated multi-service bearer network from a simple data transmission network. The rapid growth of multimedia application and the increasing demand on building value-added service generate more requests on predicable service over traditional IP network. And those real-time services ask for higher limits in bandwidth, delay and jitter. However, the traditional IP network is based on best effort and can not satisfy all types of data delivery requests. It's a greate need for IP network to providing QoS guarantees according to customers's special requests.

The use of IP broadband network to carry multi-service operators in the future has become the development trend of the Telecoms Operator business. Xiamen Telecom is committed to build a multi-service bearer MAN network with QoS guarantees, which can be operational, manageable. However, Xiamen Telecom MAN has a shortcoming for differential service supporting in the business. It can not to provide differentiated services to users in the network based by different business applications or operators. And thus the key of multi-business operation is transformation through the network optimization and deployment QoS mechanisms at all levels in the metropolitan area network. First, we made the business needs analysis and detailedly researched on network structure of Xiamen MAN in this paper. And then, we learned about the different Operating environment and the technical characteristics of the QoS service models. Second, through testing, we learned the capacity in all kinds of equipments about of QoS in the backbone layer and broadband metro access layer in Xiamen MAN. Based on these researchs , we put forward a suitable deployment specification of QoS for Xiamen MAN, and finished the implement. The tests show that the implementation of the program has reached the design requirements in the MAN. The Xiamen Telecom built a multi-service bearer MAN and got the ability to provide differentiated services for users and others. At last we talked about the shortcomings and the future works which needed to be done.

Keywords: QOS; Diffserv; DSCP; PHB; Queuing Mechanisms.

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第一章 绪论.....	1
1.1 宽带城域网网络 QoS 部署研究概况	1
1.2 论文的主要研究内容	2
第二章 项目需求分析.....	4
2.1 厦门电信城域网网络现状	4
2.2 厦门电信数据网业务现状	5
2.2.1 基础接入业务.....	5
2.2.2 数据增值业务.....	5
2.3 厦门电信城域网业务需求分析	5
2.4 QoS 项目需求分析即 QoS 的现实作用.....	7
2.4.1 QoS 的现实作用	7
2.4.2 部署 QoS 的目标.....	8
第三章 QoS 技术分析.....	10
3.1 QoS 定义.....	10
3.2 QoS 服务模型.....	10
3.2.1 Best-Effort 服务模型	10
3.2.2 Intserv 服务模型	11
3.2.3 DiffServ 服务模型	12
3.2.4 服务模型分析和选择.....	12
3.3 QoS 技术分析.....	13
3.3.1 QoS 的基本概念	13
3.3.2 QoS 技术分析	21
3.3.3 QoS 技术要点总结	35
第四章 厦门城域网 QoS 模型部署研究设计.....	37
4.1 厦门城域网网络结构分析	37
4.2 厦门城域网设备 QoS 支持能力测试	39
4.2.1 QoS 支持能力测试环境	40
4.2.2 厦门城域网 QoS 设备支持能力测试.....	42

4.2.3 测试结果汇总.....	47
4.3 厦门城域网 QoS 部署模型设计	47
4.3.1 厦门电信城域网 QoS 部署模型.....	47
4.3.2 厦门电信城域网 QoS 等级及队列设计.....	49
4.4 城域网 QoS 分层部署详细策略:	50
4.4.1 城域网骨干网 QoS 分层部署策略.....	50
4.4.2 宽带接入网 QoS 分层部署策略.....	53
第五章 厦门电信城域网 QoS 部署效果测试	56
5.1 QoS 部署试点测试.....	56
5.1.1 城域网骨干及宽带业务层网络设备 QoS 保障测试.....	56
5.1.2 用户业务带宽拥塞的 QoS 保障测试.....	56
5.1.3 用户接入网络线路拥塞的 QoS 保障测试.....	60
5.2 部署测试小结	66
第六章 结论和展望	67
附录 缩略语	69
参 考 文 献	70
致 谢	72

Contents

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English	II
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Genaral situation of deploying QoS in telecom broadband metropolitan area network.....	1
1.2 Main research contents.....	2
Chapter 2 The requirements analysis of the project	4
2.1 The present condition of the Xiamen telecom broadband metropolitan area network	4
2.2 The business situation of Xiamen telecom network	5
2.2.1 The basic access services	5
2.2.2 The value-added data services	5
2.3 The requirements analysis of the services supported by Xiamen telecom.....	5
2.4 The reality of the role of QoS	7
2.4.1 The reality of the effect of QoS	7
2.4.2 The goal of the deployment of QOS in Xiamen MAN	8
Chapter 3 QOS Technical analysis.....	10
3.1 The definition of QoS.....	10
3.2 The service models of QoS.....	10
3.2.1 Best-Effort service model	10
3.2.2 Intserv service model	11
3.2.3 DiffServ service model	12
3.2.4 Analysis and selection of the service Models	12
3.3 The technical analysis of QoS	13
3.3.1 The basic concepts of QoS.....	13
3.3.2 Technical analysis of QoS.....	21
3.3.3 Technical Points Summary of QoS	35
Chapter 4 The research and model design of QOS deployment for Xiamen MAN.....	37
4.1 The structure analysis about Xiamen MAN	37

4.2 The QoS support capacity testing of the equipments in Xiamen MAN	...39
4.2.1 Test environment.....	40
4.2.2 The QoS support capacity testing of the equipments in each layers.....	42
4.2.3 Test Results Summary	47
4.3 The QoS Deployment Model Design in Xiamen MAN47
4.3.1 The QoS Deployment Model in Xiamen MAN	47
4.3.2 The levels and queues design of QoS	49
4.4 The deployment design in the layers of Xiamen MAN50
4.4.1 The deployment design in the backbone network of Xiamen MAN	50
4.4.2 The deployment design in the access network of Xiamen MAN	53
Chapter 5 The effects testing for the deployment specification of QoS for Xiamen MAN 56
5.1 The effects testing in the pilot network within Xiamen MAN56
5.1.1 The effects testing in the backbone and access network of Xiamen MAN....	56
5.1.2 The effects testing when the pppoe session' bandwidth congestion occurs	56
5.1.3 The effects testing when the access network congestion coocurs.....	60
5.2 The summary of the testing	66
Chapter 6 Conclusions and prospect 67
Appendix	69
Reference	70
Acknowledgement	72

第一章 绪论

在传统的IP网络中所有的报文都被无区别的等同对待，每个路由器对所有的报文均采用先入先出FIFO 的策略进行处理，以尽最大的努力（Best-Effort）方式将报文送到目的地，但对报文传送的可靠性传送延迟等性能不提供任何保证。

然而随着近年来网络设备在技术和性能上的快速增长，在Internet上承载的IP业务也逐渐多样化，丰富的数据、语音、视频等综合业务正蓬勃发展，IP网络上新应用的不断出现，且大都有对带宽、延迟、抖动等传输性能有着特殊的需求，比如3G、电视会议、视频点播、VOIP等需要高带宽、低延迟和低延迟抖动的保证，如果报文传送延时太长将是用户所不能接受的。贝尔试验的研究预测表明：2010年，互联网骨干业务流量的80%以上将会是敏感延时的流媒体业务，非连接IP网络“尽力而为”的业务模式已不适应未来网络需求。新业务的不断涌现对IP网络的服务能力提出了更高的要求，用户已不再满足于能够简单地将报文送达目的地，而是还希望在投递过程中得到更好的服务，诸如支持为用户提供专用带宽、减少报文的丢失率、管理和避免网络拥塞、调控网络的流量、设置报文的优先级。如何在IP网络上保证用户信息传输的质量已成为一个不容忽视的重要问题，网络服务质量（QoS, Quality of Service）就是为解决上述问题应运而生。

1.1 宽带城域网网络 QoS 部署研究概况

QoS技术就是针对各种应用的不同需求为其提供不同的服务质量，通过报文分类和着色、网络拥塞管理、网络拥塞避免、流量监管和流量整形的功能，实现提供专用带宽、减少报文丢失率、降低报文传送时延及时延抖动等目的，提供互联网的多业务的差异化服务。它不仅在可预测、可测量性方面比传统IP有了很大的提高，而且在提高带宽利用率上有良好表现；越来越多的服务提供商已经意识到IP QoS是IP网络增加服务内容、提高服务质量的关键技术。中国电信始终致力于进行QoS相关技术的研究和实践，目标是建设一张具备提供QoS能力的全业务支撑运营网络，能够全面支撑业务、能满足不同客户要求、具备优良扩展性和稳定性、全程业务与设备可管理可分析的综合业务支撑平台，实现：

(1) 从容面对QoS有严格要求业务的出现, 如交互式实时多媒体业务、VoIP电话、ITV等;

(2) 通过QoS研究, 有助于提高网络效率, 降低网络成本;

(3) 可以通过QoS机制, 按照不同用户对服务质量的不同要求, 提供多种有区别的服务, 提高用户的满意度, 同时提高网络运营商的收益。

厦门电信作为多业务服务运营提供商, 致力于将宽带城域网建成具有 QoS 保障的、可运营、可维护、可管理的多业务承载网络, 满足 CN2 和 ChinaNet 的业务在本地延伸的要求, 实现网络质量差异化, 为不同的用户和不同的业务提供不同等级的服务。本文主要就厦门电信宽带城域网的 QoS 部署设计及应用展开研究。

1.2 论文的主要研究内容

改变现有厦门电信城域网的单一网络服务现状, 通过研究及测试, 在全网部署QoS实现差异化服务提供已成为当前必要且迫切的一项工作内容。本文主要围绕下列方面展开了深入的研究:

1.2.1 QoS的技术特点

服务质量 QoS (Quality of Service) 就是用来评估网络投递分组的能力的一种技术, 在跨越多种底层网络技术的 IP 网络上, 为特定的业务提供其所需要的服务, 在丢包率、延迟、抖动和带宽等方面获得可预期的服务水平。在第三章中, 分析讨论了当前 QoS 技术不同服务模型的技术特性及使用环境, 着重介绍了 Diffserv 模型的相关 QoS 技术特点, 为下文 QoS 厦门城域网部署应用提供理论依据。

1.2.2 厦门电信宽带城域网QoS部署需求分析

目前厦门电信在城域网内提供多样的基本接入业务及增值业务, 但是没有提供商业客户以及自身优势业务的差异化等级服务, 例如新视通、全球眼、ITV等视频业务、IDC重要用户等没有提供与普通客户业务有区别的服务质量, 全球眼业务、IDC重要用户等业务均出现了在忙时网络服务质量下降的情况; 全网部署QoS实现差异化服务提供已是迫在眉睫。在第二章中, 详细深入的分析了厦门电信城域网内网络现状和业务现状, 明确了电信业务差异化服务提供的内容需求,

确认了在城域网内实施QoS部署的可行性和必要性,为下一步的QoS全网规范部署设计提供了现实依据。

1.2.3 厦门电信宽带城域网网络设备QoS支持能力

厦门电信城域网经过多年的规划建设和精心维护,已建成层级分明、部署细致的三层网络结构,拥有着稳定运行的电信级网络设备和遍布全厦门的广大接入范围,重点汇聚设备均具备着冗余备份和双上联中继,拥有着实现QoS的全网部署的优势基础。但全城域网内的网络设备毕竟是多厂商多型号,QoS支持能力参差不齐。在第四章中,依据厦门电信网络拓扑层级制定测试条目,对城域骨干层(包括核心路由器、SR、BRAS等)、宽带接入层(包括汇聚交换机、园区交换机、DSLAM等)等设备,分别进行了基于Diffserv技术和802.1P技术的相关QoS支持能力的细致测试,用以确认厦门电信各层级网络设备基本满足对QoS的支撑能力;

1.2.4 厦门电信宽带城域网QoS部署设计研究

宽带城域网应通过合理的网络结构规划和网络带宽配置,来保持网络的稳定性,提供基本的QoS保证;而QoS的策略必须与业务需求和规划完全一致,否则就不能完全体现业务的需求和网络差异化支撑能力。本文第四章,结合厦门宽带城域网网络结构,详细分析现有网络的各个环节,判定可能影响各种业务QoS的关键因素所在;并依据业务需求以及网络层级,组织环境,制定方案;并最终在之前的设备测试和技术研讨的基础上,针对各网络层级设备制定出详尽的部署规范并实施。

目前厦门电信城域网各层级网络设备基本完成QoS的部署,论文第五章通过对宽带用户QoS实验环境测试,验证了厦门城域网已具备差异化服务提供能力,QoS部署初具成效。

第二章 项目需求分析

2.1 厦门电信城域网网络现状

福建电信 IP 网络由骨干网和城域网两级结构组成。骨干网分为 ChinaNet 和 CN2 两个并行的、各自拥有独立 AS 的网络。ChinaNet 网络定位于公共信息交换平台，承载基本的互联网业务；CN2 网络定位于承载有 QoS 要求的业务和中国电信自身的关键业务。而 IP 城域网是 CN2 和 ChinaNet 在本地的延伸是骨干网络的延伸，是业务的接入和汇聚平台。厦门电信城域网将建成具有 QoS 保证的、可运营、可维护、可管理的多业务承载网络，满足 CN2 和 ChinaNet 的业务在本地延伸要求。

厦门电信城域网为典型的大型电信城域网，具备独立的出口路由器，采用 eBGP 上联骨干网，核心汇聚层采用路由器组网，BRAS 直挂核心汇聚路由器，实现二三层流量分离。厦门电信 IP 城域网经过多年的建设，已经形成了较大的规模和可靠的拓扑结构。目前厦门电信城域网为二层网络结构：城域网骨干网、宽带接入网。

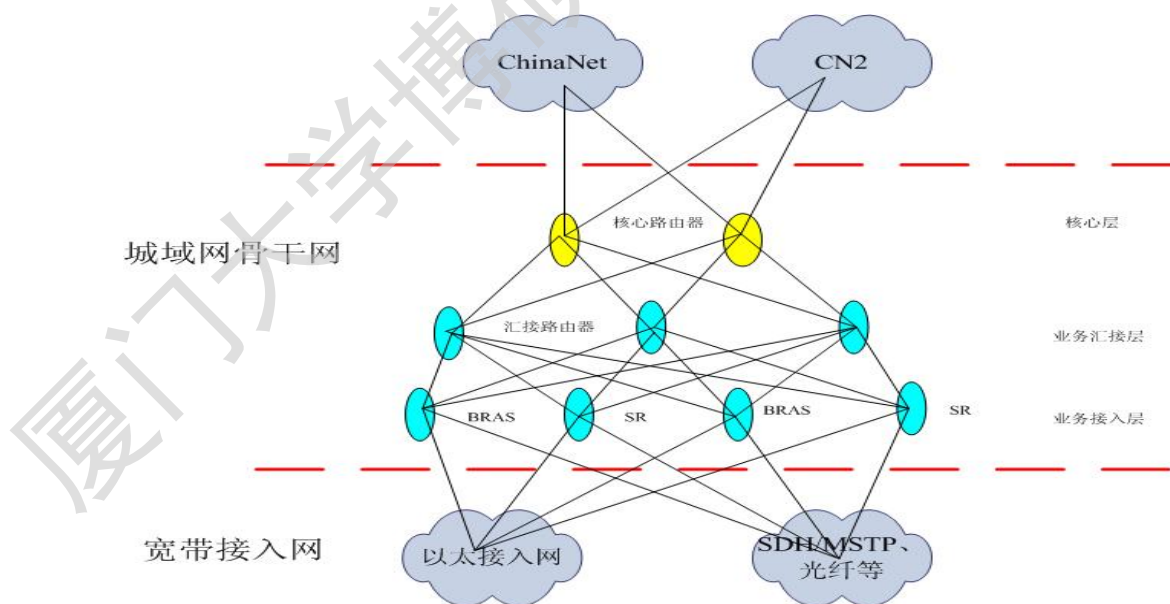


图 2.1 厦门城域网网络结构

Fig 2.1 The topology graph of the Xiamen broadband man

原厦门电信 IP 城域网仅提供尽力而为(best-effort service)的传送服务，业务量尽快传送，没有明确的时间和可靠性保障。随着网络多媒体技术的飞速发

展, Internet 上的多媒体应用层出不穷, 如 IP 电话、视频会议、视频点播(VOD)、远程教育等多媒体实时业务、电子商务在 Internet 上传送等。IP 城域网已逐步从单一的数据传送网向数据、语音、图像等多媒体信息的综合传输网演化。这些不同的应用需要有不同的 QoS(quality of service)要求, QoS 通常用带宽、时延、时延抖动和分组丢失率来衡量。各种应用对服务质量的需求在迅速增长。

可见现有的尽力传送(best-effort service)服务已无法满足各种应用对网络传输质量的不同要求, 需要厦门电信城域网提供多种服务质量类型的业务支持。

2.2 厦门电信数据网业务现状

厦门电信城域网目前所开展的对公业务基本可以分为数据接入业务以及增值服务业务两类。

2.2.1 基础接入业务

厦门电信提供的基本业务主要有: 宽/窄带 INTERNET 接入业务(包括拨号接入业务和专线接入业务), 专线互联业务(主要包括: 同城互连, 跨域互连), 主要业务类型有: 光纤+LAN 城域网专线、商务宽带、MPLS VPN、VLAN VPN、VPDN 专线、IPSEC 专线等。

不管是宽带接入业务还是互联业务, 为了更好的对用户进行控制, 接入控制点的建设变得非常重要, 接入控制点的数量和设备的选择、以及不同业务群体的区分以便实施不同的保障手段是接入业务顺利开展的重中之重。

2.2.2 数据增值业务

自从宽带用户发展迅猛后, 中国电信用户业务需求旺盛, 大大促进了对增值业务的需求。现网中增值业务已开展和可以开展的包括了互联星空、宽带游戏、视频业务、绿色上网、ITV、全球眼、VOD 点播、VOIP 等等。这些业务可归结为使用 VPN、VPDN、NGN、组播等技术结合 QoS 提供的业务, 比如视频就可采用组播结合 QoS 保证实现, VOIP 可用 NGN 结合 QoS 保证实现。

2.3 厦门电信城域网业务需求分析

经调研, 目前厦门电信在业务开展上出现的主要问题是:

(1) 政企客户中存在国际及南北访问保障需求，迫切需要解决访问国际方向、出省访问等，网速慢等问题。

现状：虽然目前针对 A、B 级客户，通过物理通道区隔，通过保证物理通道轻载来实现，但是不可避免用户接入点至物理通道在城域网内与其他用户共享相同网络质量，在网络出现拥塞时，不能为 A、B 级客户提供相对更好的网络质量。

需求：在不通物理访问通道区隔的基础上，实现政企客户中 A、B、C 不同级别客户访问需求，在城域网内区分政企客户和普通客户，分配不同 QoS 等级并做 QoS 保障，在网络出现突发拥塞的情况下，优先保障政企客户网络质量。

(2) 为增值业务提供服务质量保障

现状：目前在厦门电信城域网承载网上，已应用户需求开展了各类型的增值业务，包括 ITV、NGN、VOD、全球眼、互连星空等；但增值业务普遍对 IP 网络的服务能力提出了更高的要求，比如 ITV 等高等级视频类对高带宽等要求有一定保证，而 VOIP 语音虽然不一定要求高带宽，但非常注重低延迟；现城域网 Best-Effort（尽力而为）服务策略，对所有业务无差异处理转发，无法对增值业务更高服务质量提供良好支撑，其中部分视频类增值业务在网络忙时会出现视频流不流畅的情况。

需求：在厦门电信 IP 承载网制定统一服务质量策略，构建一个支持分等级服务质量 IP 承载网平台；根据业务发展需要，把不同增值业务映射到相应等级中，实现对不同服务要求业务的承载。

(3) 网络服务质量差异化：

现状：差异化服务最终是要体现在承载网具备提供给不同业务、不同型用户电路的服务质量差异化上，但是目前在厦门城域承载网上开设的各类型用户电路和业务，除在电路接入带宽存在差异外，没有其他的可进行差异保障的网络控制点。

需求：区分城域网内高端客户和普通客户，区分客户关键应用和普通应用，在网络出现突发拥塞的情况下，优先保障高端重要客户或者客户的关键应用。

(4) 网络差异化支撑能力评估

现状：厦门电信 IP 网在向多业务承载网演进过程中，经过多期扩容优化工程，现网络结构清晰，网络承载能力有了很大的提升。但目前仍没有专门针对现网设备进行大规模 QoS 功能和性能的测试评估，缺少翔实全面的测试评估数据支

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库